

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record.

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3546082 A1

51 Int. Cl. 4:  
G02B 6/26  
H 04 J 15/00

21 Aktenzeichen: P 35 46 082.2  
22 Anmeldetag: 24. 12. 85  
43 Offenlegungstag: 21. 5. 87

Behörden Eigentum

DE 3546082 A1

30 Innere Priorität: 32 33 31

16.11.85 DE 35 40 679.8

71 Anmelder:

ANT Nachrichtentechnik GmbH, 7150 Backnang, DE

72 Erfinder:

Kuke, Albrecht, Dipl.-Phys. Dr., 7159 Auenwald, DE;  
Bambach, Wolfgang, Dipl.-Ing., 7141 Oberstenfeld,  
DE; Hauer, Heiner, Dipl.-Ing., 7012 Fellbach, DE;  
Möss, Eberhard, Dipl.-Ing. (FH), 7150 Backnang, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Optischer Wellenlängenmultiplexer

Ein optischer Wellenlängenmultiplexer besteht aus einem Filterelement in Form eines optisch durchsichtigen Blocks (7) mit zwei planparallelen Flächen (8, 9), auf denen wellenlängenselektive Filterschichten (10, 11) aufgebracht sind, und optischen Elementen (1, 2, 3), welche über Kollimatoren (13, 16, 22) Licht bestimmter Wellenlängen in das Filterelement einkoppeln oder aus ihm auskoppeln. Dabei sind alle Kollimatoren (13, 16, 22) so angeordnet, daß ihre optischen Achsen parallel zueinander verlaufen, und jeder Kollimator (13, 16, 22) wird von einem Träger (14, 17, 23) gehalten, der mit einer senkrecht zur optischen Achse des Kollimators (13, 16, 22) orientierten Ebene (15, 19, 25) auf einer ebenfalls senkrecht zur optischen Achse des Kollimators liegenden und relativ zum Filterelement (7) feststehenden Bezugsebene (5, 6) aufliegt (Figur 1).

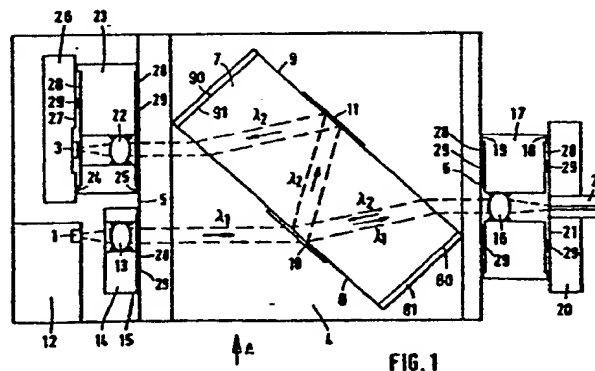


FIG. 1

DE 3546082 A1

## Patentansprüche

1. Optischer Wellenlängenmultiplexer, bestehend aus einem Filterelement in Form eines optisch durchsichtigen Blocks mit zwei planparallelen Flächen, auf denen wellenlängenselektive Filterschichten aufgebracht sind, und optischen Elementen, welche über Kollimatoren Licht bestimmter Wellenlängen in das Filterelement einkoppeln oder aus ihm auskoppeln, **dadurch gekennzeichnet**, daß alle Kollimatoren (13, 16, 22) so angeordnet sind, daß ihre optischen Achsen parallel zueinander verlaufen und daß jeder Kollimator (13, 16, 22) von einem Träger (14, 17, 23) gehalten wird, der mit einer senkrecht zur optischen Achse des Kollimators (13, 16, 22) orientierten Ebene (15, 19, 25) auf einer ebenfalls senkrecht zur optischen Achse des Kollimators liegenden und relativ zum Filterelement (7) feststehenden Bezugsebene (5, 6) aufliegt und darauf in einer Position fixiert ist, in die der Träger (14, 17, 23) durch Verschieben auf der Bezugsebene (5, 6) zum Erzielen einer optimalen Lichteinkopplung bzw. -auskopplung in bzw. aus dem Filterelement (7) gebracht worden ist.
2. Optischer Wellenlängenmultiplexer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Filterelement (7) zwischen zwei parallel zueinander verlaufenden Bezugsebenen (5, 6) angeordnet ist, daß auf der ersten Bezugsebene (5) ein mit seinem Brennpunkt auf die Lichtaustrittsstelle eines Sendeelements (1) justierter erster Kollimator (13) positioniert ist, der das Licht der Wellenlänge  $\lambda_1$  des Sendeelements (1) auf eine für diese Wellenlänge  $\lambda_1$  durchlässige Filterschicht (10) auf der einen Fläche (8) des optisch durchsichtigen Blocks (7) abstrahlt, daß ein zweiter Kollimator (16), der mit seinem Brennpunkt auf die Stirnfläche eines Lichtwellenleiters (2) justiert ist, auf der gegenüberliegenden zweiten Bezugsebene (6) positioniert und auf den aus der anderen Fläche (9) des optisch durchsichtigen Blocks (7) austretenden Lichtstrahls der Wellenlänge  $\lambda_1$  ausgerichtet ist und daß ein dritter Kollimator (22), der mit seinem Brennpunkt auf die Lichteintrittsstelle eines Empfangselements (3) justiert ist, auf der ersten Bezugsebene (5) positioniert und auf einen aus dem optisch durchsichtigen Block (7) austretenden Lichtstrahl einer Wellenlänge  $\lambda_2$  ausgerichtet ist, welcher aus dem Lichtwellenleiter (2) über den zweiten Kollimator (16) in den Block (7) eingekoppelt und darin an der Filterschicht (10) auf der einen Fläche (8) und dann an einer diagonal gegenüberliegenden Filterschicht (11) auf der anderen planparallelen Fläche (9) des Blocks (7) reflektiert worden ist.
3. Optischer Wellenlängenmultiplexer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Filterschichten (10, 11) auf den planparallelen Flächen (8, 9) des optisch durchsichtigen Blocks (7) die gleiche Filtercharakteristik besitzen derart, daß sie für die eine Wellenlänge  $\lambda_2$  durchlässig und für die andere Wellenlänge  $\lambda_2$  reflektierend sind.
4. Optischer Wellenlängenmultiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf dem optisch durchsichtigen Block (7) solche Flächenbereiche (80, 90) an denen unerwünschte Lichtreflexionen stattfinden, mit einer Absorberschicht (81, 91) versehen sind.
5. Optischer Wellenlängenmultiplexer nach An-

spruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Absorberschicht (81, 91) einen gleichgroßen oder nur geringfügig größeren Brechungsindex aufweist als der optisch durchsichtige Block (7).

6. Optischer Wellenlängenmultiplexer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ebene (15, 19, 25) eines jeden Kollimator-Trägers (14, 17, 23) nur im Randbereich auf der jeweiligen Bezugsebene (5, 6) aufliegt und im übrigen Bereich zwischen beiden Ebenen ein Spalt (28) besteht und daß in diesem Spalt (28) die beiden Ebenen an mindestens einer Stelle (24) miteinander verlötet oder verschweißt sind.

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen optischen Wellenlängenmultiplexer, bestehend aus einem Filterelement in Form eines optisch durchsichtigen Blocks mit zwei planparallelen Flächen, auf denen wellenlängenselektive Filterschichten aufgebracht sind, und optischen Elementen, welche über Kollimatoren Licht bestimmter Wellenlängen in das Filterelement einkoppeln oder aus ihm auskoppeln.

Ein derartiger Wellenlängenmultiplexer ist aus der EP 01 17 112 bekannt. Dabei sind die optischen Elemente mit ihren Kollimatoren unter verschiedenen Strahleneinfallswinkeln auf die planparallelen, mit Filterschichten versehenen Flächen des optisch durchsichtigen Blocks gerichtet. Um hier eine möglichst dämpfungsarme wellenlängenselektive Kopplung zwischen den einzelnen optischen Elementen zu erreichen, müssen diese sowohl in transversaler Richtung zu ihrer optischen Achse als auch bzgl. ihres Strahleneinfallswinkels auf das Filterelement sehr genau ausgerichtet werden. Gerade die Winkeljustierung verlangt große Genauigkeit, da schon sehr kleine Winkelabweichungen zu hohen Koppelverlusten führen. Die Justierung ist bei dieser bekannten Anordnung recht aufwendig, da sehr viele Freiheitsgrade für die Positionierung der optischen Elemente mit ihren Kollimatoren offen stehen.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen optischen Wellenlängenmultiplexer der eingangs genannten Art anzugeben, der einen nur geringen Aufwand für die Justierung der optischen Elemente auf optimale wellenlängenselektive Kopplung erfordert.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im Kennzeichen des Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Zweckmäßige Ausführungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Der Erfindung zufolge ist lediglich eine einfach durchzuführende Justierung der Kollimatoren senkrecht zu deren parallel zueinander verlaufenden optischen Achsen erforderlich. Eine mit großer Präzision durchzuführende Justierung der Strahleneinfallswinkel der Kollimatoren auf das Filterelement braucht vorteilhafterweise nicht vorgenommen zu werden.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die Draufsicht und

Fig. 2 die Seitenansicht A eines optischen Wellenlängenmultiplexers.

Das in den Fig. 1 und 2 dargestellte Ausführungsbeispiel betrifft einen optischen Wellenlängenmultiplexer (oder -demultiplexer), bei dem Licht der Wellenlänge  $\lambda_1$  eines Sendeelements 1 (Laser) in einen Lichtwellenleiter

2 einer Nachrichtenübertragungsstrecke und Licht der Wellenlänge  $\lambda_2$ , das der Lichtwellenleiter 2 zurückführt, in ein Sendeelement 3 (Fotodiode) eingekoppelt wird.

Wie den Fig. 1 und 2 zu entnehmen ist, liegt auf einer Grundplatte 4 zwischen zwei parallel zueinander verlaufenden, sich senkrecht auf der Grundplatte 4 erstreckenden Bezugsebenen 5 und 6 ein Filterelement. Dieses Filterelement besteht aus einem optisch durchsichtigen Block 7 mit zwei planparallelen Flächen 8 und 9. Auf den beiden Flächen 8 und 9 sind an diagonal gegenüberliegenden Stellen Filterschichten 10 und 11 aufgebracht, welche die gleiche Filtercharakteristik aufweisen, derart daß sie für Licht der einen Wellenlänge  $\lambda_1$  durchlässig sind und Licht der anderen Wellenlänge  $\lambda_2$  total reflektieren.

Das Sendeelement 1 ist auf einem sich vor der ersten Bezugsebene 5 erhebenden Podest 12 angeordnet. Zwischen dem Sendeelement 1 und dem Filterelement 7 befindet sich ein optischer Kollimator 13, z.B. eine Glaskugel oder eine anders geartete Sammellinse, die von einem Träger 14 gehalten wird. Der Kollimator 13 ist in dem Träger 14 so befestigt, daß seine optische Achse senkrecht zu einer an dem Träger 14 vorhandenen Ebene 15 ausgerichtet ist. Mit dieser Ebene 15 liegt der Träger 14 auf der ersten Bezugsebene 5 auf und wird darauf fixiert, nachdem der Kollimator 13 mit seinem Brennpunkt durch Verschieben des Trägers 14 auf der Bezugsebene 5 an die Lichtaustrittsstelle des Sendeelements 1 gebracht worden ist.

Unter der Voraussetzung, daß der Kollimatorbrennpunkt in die Lichtaustrittsstelle des Sendeelements 1 fällt, tritt das vom Sendeelement 1 abgestrahlte Licht der Wellenlänge  $\lambda_1$  aus dem Kollimator 13 als ein genau senkrecht zur ersten Bezugsebene 5 orientierter Strahl aus. Dieser Lichtstrahl der Wellenlänge  $\lambda_1$  trifft dann auf die Filterschicht 10 des hinter der Bezugsebene 5 liegenden optisch durchsichtigen Blocks 7. Der Strahl durchläuft die für die Wellenlänge  $\lambda_1$  durchlässige Filterschicht 10 auf der einen ebenen Fläche 8 des Blocks 7 und tritt aus der gegenüberliegenden ebenen Fläche 9 wieder aus. Da die beiden Flächen 8 und 9 des Blocks 7 planparallel zueinander sind, verläuft der aus der Fläche 9 austretende Strahl genau parallel zu dem in die Fläche 8 eintretenden Strahl. Der aus der Fläche 9 des Filterelements 7 austretende Strahl ist also senkrecht zu der zweiten Bezugsebene 6 orientiert, weil der in die Fläche 8 eintretende Strahl senkrecht zur ersten Bezugsebene 5 ausgerichtet ist und die zweite Bezugsebene 6 parallel zur ersten Bezugsebene 5 liegt.

Den aus der Fläche 9 des Filterelements 7 austretenden Strahl der Wellenlänge 1 nimmt ein Kollimator 16 auf und koppelt ihn in den Lichtwellenleiter 2 ein. Dieser Kollimator 16 wird in einem Träger 17 gehalten, der zwei zueinander parallel verlaufende, zur optischen Achse des Kollimators 16 senkrecht liegende Ebenen 18 und 19 aufweist. Bevor der Träger 17 mit dem Kollimator 16 in den optischen Wellenlängenmultiplexer eingesetzt wird, erfolgt zunächst eine Justage des Kollimators 16 bzw. des Lichtwellenleiters 2 derart, daß der Brennpunkt des Kollimators 16 in die Stirnfläche des Lichtwellenleiters 2 fällt. Der Lichtwellenleiter 2 ist auf einer Aufnahme 20 befestigt, welche mit einer parallel zur Stirnfläche des Lichtwellenleiters liegenden Justierebene 21 versehen ist. Auf diese Justierebene 21 der Aufnahme 20 wird der Kollimator-Träger 17 mit seiner Ebene 18 gelegt und darauf durch Verschieben in eine Position gebracht, in der der Brennpunkt des Kollimators auf die Stirnfläche des Lichtwellenleiters 2 trifft.

Voraussetzung dafür ist natürlich, daß der Lichtwellenleiter 2 und der Kollimator 16 auf einem der Kollimatorbrennweite entsprechenden gegenseitigen Abstand gebracht worden sind. Auf diese Abstandsjustierung, welche auch bei den anderen optischen Elementen 1 und 3 bzgl. deren Kollimatoren zu erfolgen hat, soll hier nicht näher eingegangen werden, weil sie die geringste Präzision erfordert und deshalb problemlos nach bekannten Verfahren durchführbar ist.

Durch die oben beschriebene Justage des Kollimatorbrennpunktes auf die Stirnfläche des Lichtwellenleiters ist gewährleistet, daß der Strahlengang des Kollimators 16 senkrecht zu den beiden parallelen Ebenen 18 und 19 des Trägers 17 orientiert ist.

Nachdem die Lichtwellenleiter-Aufnahme 20 und der Kollimator-Träger 17 nach der Justage miteinander verbunden worden sind, wird der Träger mit der der Aufnahme 20 abgewandten Ebene 19 auf die Bezugsebene 6 des Multiplexers aufgelegt und darauf in eine Position geschoben, in der der aus dem Filterelement 7 parallel zur optischen Achse des Kollimators 16 austretende Lichtstrahl der Wellenlänge  $\lambda_1$  optimal vom Kollimator angekoppelt wird. In dieser Position wird schließlich der Träger 17 mit seiner Ebene 19 auf der Bezugsebene 6 fixiert.

Ein über den Lichtwellenleiter 2 zurückgeführtes Lichtsignal einer anderen Wellenlänge  $\lambda_2$  leitet der Kollimator 16 als einen senkrecht zur Bezugsebene 6 ausgerichteten Lichtstrahl an das Filterelement 7 weiter. Der in den optisch durchsichtigen Block 7 eingekoppelte Lichtstrahl der Wellenlänge  $\lambda_2$  wird an der Filterschicht 10 auf der Fläche 8 reflektiert und verläuft von dort aus auf die gegenüberliegende planparallele Fläche 9 zu, wo er an der der Filterschicht 10 diagonal gegenüberliegenden Filterschicht 11 ebenfalls reflektiert und wiederum in Richtung auf die Fläche 8 zurückgelenkt wird. Aus der Fläche 8 tritt der Lichtstrahl der Wellenlänge  $\lambda_2$  senkrecht zur Bezugsebene 5 aus und wird über einen Kollimator 22 in das Empfangselement 3 eingekoppelt.

Der Kollimator 22 ist in einem Träger 23 gehalten, der wie der oben beschriebene Träger 17 zwei zueinander parallel verlaufende, zur optischen Achse des Kollimators 22 senkrecht liegende Ebenen 24 und 25 aufweist. Bevor der Träger 23 mit dem Kollimator 22 in den optischen Wellenlängenmultiplexer eingesetzt wird, erfolgt eine Justage des Kollimators 22 bzgl. des Empfangselements 3 derart, daß der Brennpunkt des Kollimators 22 in die Lichteintrittsfläche des Empfangselements 3 fällt. Das Empfangselement 3 ist auf einer Aufnahme 26 befestigt, welche mit einer parallel zur Lichteintrittsfläche des Empfangselements liegenden Justierebene 27 versehen ist. Auf diese Justierebene 27 der Aufnahme 26 wird der Kollimator-Träger 23 mit seiner Ebene 24 gelegt und darauf durch Verschieben in eine Position gebracht, in der der Brennpunkt des Kollimators auf die Lichteintrittsfläche des Empfangselements 3 trifft. Voraussetzung dafür ist natürlich, daß das Empfangselement 3 und der Kollimator 22 auf einen der Kollimatorbrennweite entsprechenden gegenseitigen Abstand gebracht worden sind.

Durch die oben beschriebene Justage des Kollimatorbrennpunktes auf die Lichteintrittsfläche des Empfangselements ist gewährleistet, daß der Strahlengang des Kollimators 22 senkrecht zu den beiden parallelen Ebenen 24 und 25 des Trägers 23 orientiert ist.

Nachdem die Empfangselement-Aufnahme 26 und der Kollimator-Träger 23 nach der Justage miteinander verbunden worden sind, wird der Träger mit der der

ORIGINAL INSPECTED

Aufnahme 26 abgewandten Ebene 25 auf die Bezugsebene 5 des Multiplexers aufgelegt und darauf in eine Position geschoben, in der der aus dem Filterelement 7 parallel zur optischen Achse des Kollimators 22 austretende Lichtstrahl der Wellenlänge  $\lambda_2$  optimal vom Kollimator 22 angekoppelt wird. In dieser Position wird schließlich der Träger 23 mit seiner Ebene 25 auf der Bezugsebene 5 fixiert.

In dem optisch durchsichtigen Block 7 kann es u.U. an den planparallelen Flächen 8 und 9 und vor allem an den dazu senkrecht verlaufenden Endflächen 80 und 90 des Blocks zu unerwünschten Lichtreflexionen kommen. Dadurch könnte z.B. Licht der Wellenlänge  $\lambda_1$  aus dem Sendeelement 1 in das Empfangselement 3 gelangen, womit sich also die Übersprechdämpfung zwischen dem Sendeelement 1 und dem Empfangselement 3 unzulässig stark verringern würde.

Um solchen schädlichen Lichtreflexionen im optisch durchsichtigen Block entgegenzutreten und damit die Übersprechdämpfung zwischen Sende- und Empfangselement zu erhöhen, sind auf den Endflächen 80 und 90 des Blocks 7 Absorberschichten 81 und 91, z.B. ein Kleber mit einem großen Absorptionskoeffizienten, aufgebracht. Diese Absorberschichten 81 und 91 haben den gleichen oder einen nur geringfügig höheren Brechungsindex als der optisch durchsichtige Block 7, so daß an den Grenzflächen 80 und 90 zwischen dem Block 7 und den Absorberschichten 81 und 91 Totalreflexion des Lichts vermieden wird. Auch Fresnelreflexion tritt wegen der Brechungsindex-Verhältnisse an den Grenzflächen 80 und 90 kaum auf. Das auf die Grenzflächen 80 und 90 auftreffende Licht kann also ungehindert in die Absorberschichten 81 und 91 eindringen und dort absorbiert werden.

Wie die Fig. 1 und 2 zeigen, liegen die Träger 14, 17 und 23 nur mit den Randbereichen ihrer Ebenen 15, 18, 19, 24 und 25 auf den Bezugsebenen 5 und 6 bzw. den Justierebenen 21 und 27 der Aufnahmen 20 und 26 auf. Gegenüber den Rändern ist der übrige Bereich der Ebenen 15, 18, 19, 24 und 25 zurückgeschnitten, so daß dort zwischen den Ebenen der Träger 14, 17 und 23 und den Bezugsebenen 5 und 6 bzw. den Justierebenen 21 und 27 der Aufnahmen 20 und 26 ein Spalt bleibt, der in der Zeichnung einheitlich für alle Ebenen 15, 18, 19, 24 und 25 mit dem Bezugszeichen 28 gekennzeichnet ist. Innerhalb des Spalts 28 erfolgt an mindestens einem Punkt 29 durch Löten oder Schweißen die gegenseitige Fixierung der Träger-Ebenen 15, 18, 19, 24 und 25 mit den Bezugsebenen 5 und 6 bzw. den Justierebenen 21 und 27 der Lichtwellenleiter-Aufnahme 20 und der Empfangselement-Aufnahme 26.

Durch die punktuelle Erzeugung einer Löt- oder Schweißstelle 29 z.B. mittels eines Laserstrahls innerhalb des Spalts zwischen den aufeinanderliegenden Ebenen werden die eigentlichen Auflageflächen, nämlich die Randbereiche der Ebenen 15, 18, 19, 24, 25, nicht erhitzt, wodurch eine Dejustierung der Auflageflächen infolge Wärmeausdehnung und Schrumpfung vermieden wird. Eine Dejustierung der Auflageflächen wird auch nicht durch den Löt- bzw. Schweißpunkt 29 selbst verursacht, da sich das durch den Laserstrahl aufgeschmolzene Material im Spalt 28 zwischen den Ebenen ausdehnen kann. Beim Abkühlen des aufgeschmolzenen Materials schrumpft es und zieht die miteinander zu verbindenden Ebenen im Spalt aufeinander zu. Dadurch werden die Randbereiche der Trägerebenen 15, 18, 19, 24 und 25 fest auf die Bezugsebenen 5 und 6 bzw. die Justierebenen 21 und 27 der Aufnahmen 20 und 26 ge-

preßt. Somit erhält man eine verkippungsfreie gegenseitige Fixierung der Auflageflächen.

- Leerseite -

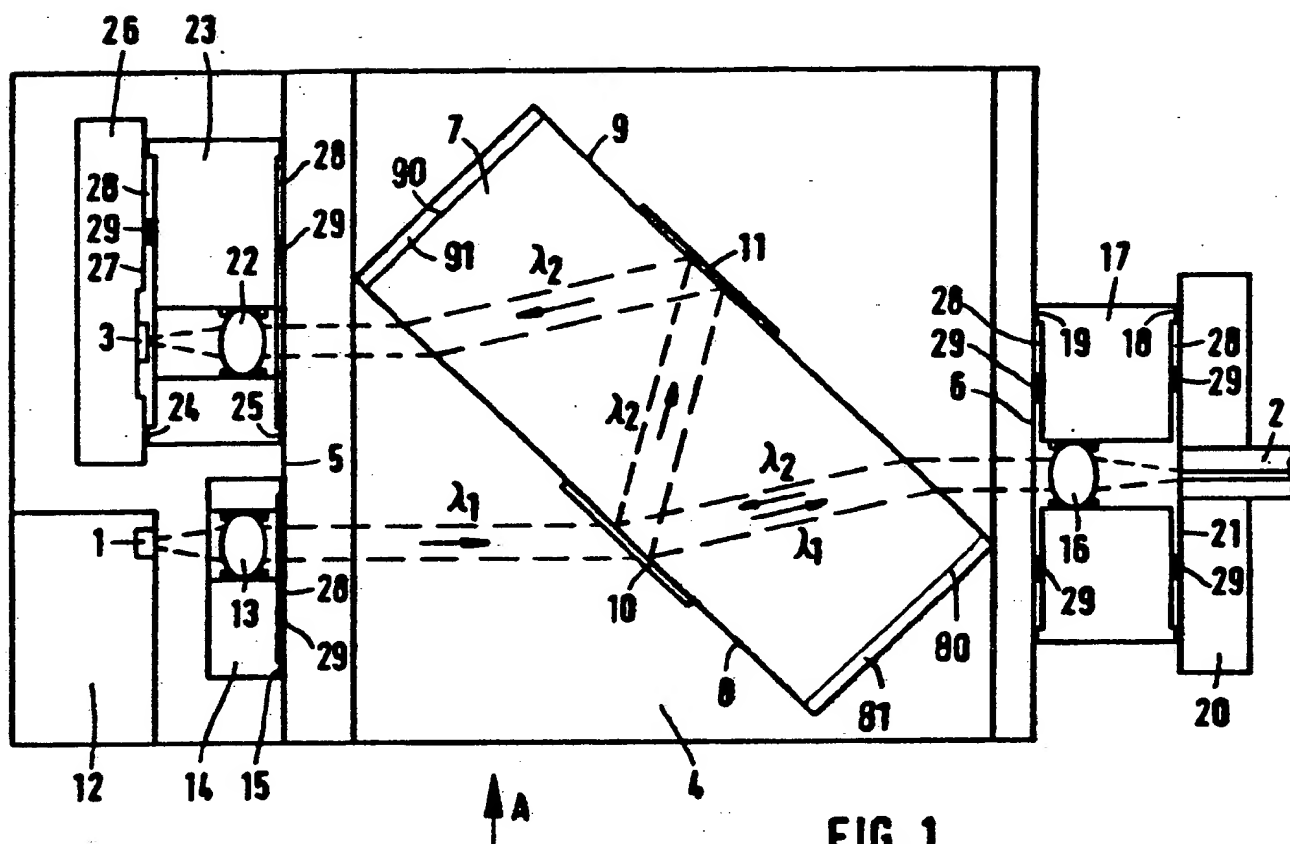


FIG. 1

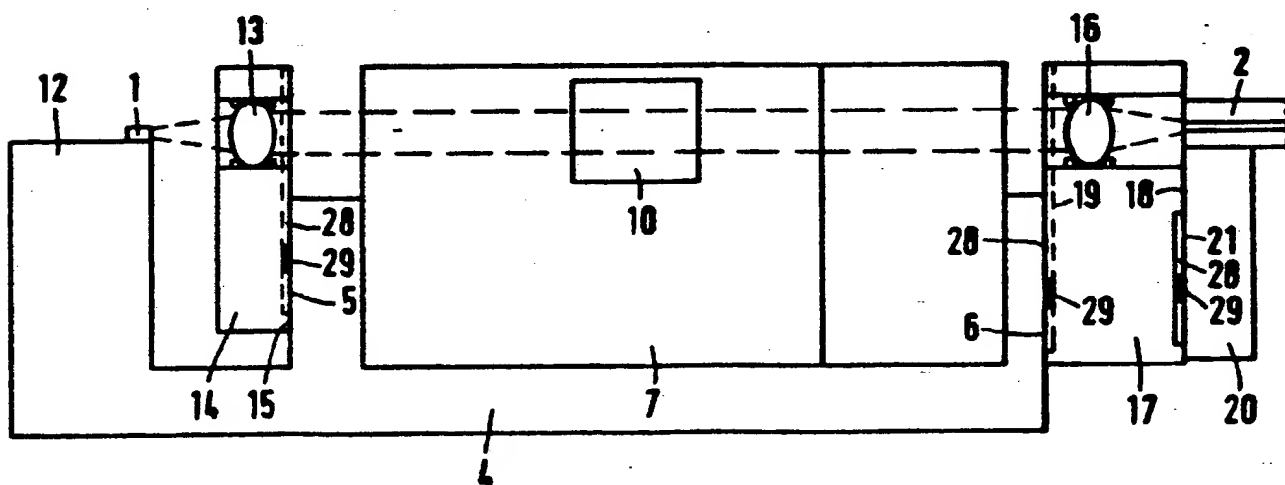


FIG. 2